


METHOD AND DEVICE FOR DETECTING POSITION, METHOD AND DEVICE FOR EXPOSURE, AND METHOD OF MANUFACTURING DEVICE

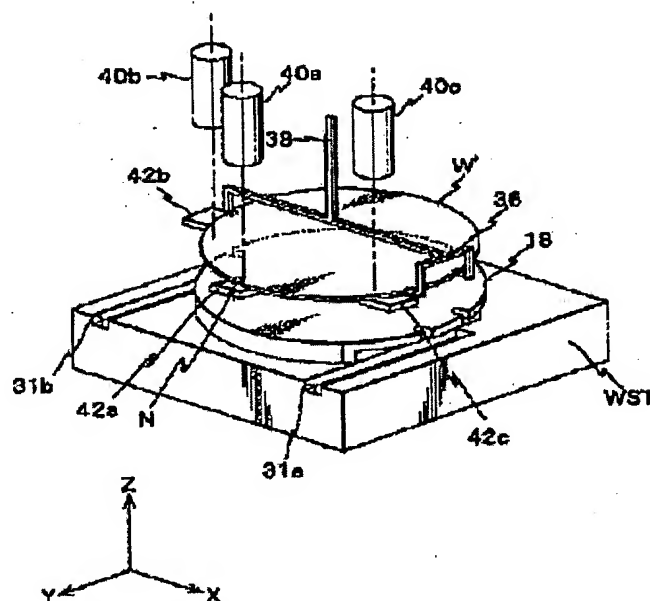
Patent number: JP2002280287
Publication date: 2002-09-27
Inventor: YOSHIDA KOJI; OKITA SHINICHI; TAKAHASHI AKIRA
Applicant: NIKON CORP
Classification:
- international: H01L21/027; G01B11/00; G02B7/28; G03F9/00; H01L21/68
- european:
Application number: JP20010078759 20010319
Priority number(s):

Also published as:

 JP2002280287 (A)

Abstract of JP2002280287

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the positional information on an object with accuracy.
SOLUTION: After background members 42a, 42b and 42c, respectively carrying such patterns that do not exist on the surface of the object W supported by a supporting member 36, are arranged on the back side of the object W, the object W and background members 42a-42c are irradiate with light. Successively, the images of the surface of the object W and the background members 42a-42c, formed of reflected light rays from the surface of the object W and members 42a-42c, are photographed up by means of imaging devices 40a, 40b and 40c. Then the positional information on the boundary between the object region and background member region is found, based on the difference between the image patterns in the areas. Consequently, the positional information on the object W can be detected with accuracy, without adopting transmitted-light illuminating system.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-280287
(P2002-280287A)

(43)公開日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 1 B 11/00	H 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 3 F 9/00	H 2 H 0 5 1
G 0 2 B 7/28		H 0 1 L 21/68	M 5 F 0 3 1
G 0 3 F 9/00		21/30	5 2 5 R 5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/68		G 0 2 B 7/11	M
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 18 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-78759(P2001-78759)

(22)出願日 平成13年3月19日(2001.3.19)

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 吉田 幸司

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(72)発明者 沖田 晋一

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

(74)代理人 100102901

弁理士 立石 篤司

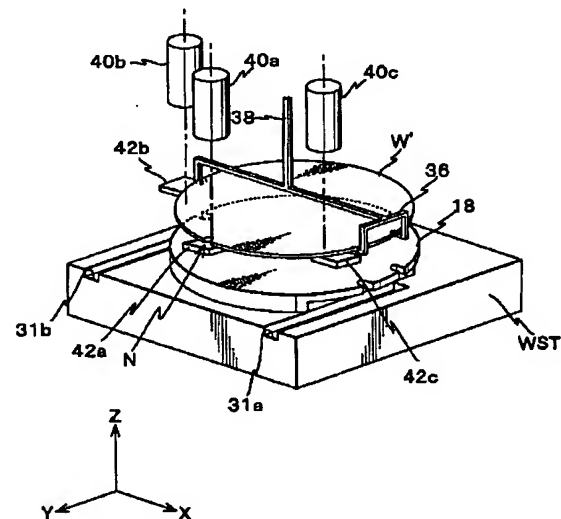
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置検出方法、位置検出装置、露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法

(57)【要約】

【課題】 物体の位置情報を精度良く検出する。

【解決手段】 支持部材36によって支持された物体W裏面側に、物体Wの表面には存在しないパターンが形成された背景部材42a、42b、42cを配置した後、物体W表面側から物体と背景部材とに照明光が照射される。引き続き、物体Wの表面及び背景部材42a、42b、42cで反射された光による物体Wの表面及び背景部材42a、42b、42cの像を撮像装置40a、40b、40cによって撮像する。そして、撮像結果における物体像領域と背景部材像領域との画像パターンの相違に基づいて、物体像領域と背景部材像領域との境界の位置情報を求める。これにより、透過光照明方式を採用せずに、物体の位置情報を精度良く行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体の位置情報を検出する位置検出方法であって、

前記物体の裏面側に、前記物体の表面上には存在しないパターンが形成された背景部材を配置する第 1 工程と；前記物体の表面側から照明光を照射する第 2 工程と；前記物体の表面及び前記背景部材からの反射光に基づいて、前記物体の外縁の位置情報を求める第 3 工程と；を含む位置検出方法。

【請求項 2】 前記物体の表面はほぼ平面であり、前記照明光は、前記物体の表面の平面部へほぼ垂直に入射する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出方法。

【請求項 3】 前記物体の表面はほぼ平面であり、前記照明光は、前記物体の表面の平面部へ斜めに入射する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出方法。

【請求項 4】 前記照明光は拡散光である、ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の位置検出方法。

【請求項 5】 前記第 3 工程は、前記反射光が形成する前記物体の表面及び前記背景部材の像を撮像する第 4 工程と；前記第 4 工程における撮像結果を画像処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める第 5 工程と；を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の位置検出方法。

【請求項 6】 前記画像処理はテクスチャ解析処理である、ことを特徴とする請求項 5 に記載の位置検出方法。

【請求項 7】 物体の位置情報を検出する位置検出装置であって、

前記物体を支持する支持部材と；前記物体の表面上には存在しないパターンが形成された背景部材と；前記背景部材が裏面側に配置された前記物体の表面側から照明光を照射する照射系と；前記物体の表面及び前記背景部材からの反射光を処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める処理装置と；を備える位置検出装置。

【請求項 8】 前記背景部材を、前記支持部材によって支持された前記物体の裏面側で、前記物体に接近及び離間する方向に移動させる背景部材駆動装置を更に備える、ことを特徴とする請求項 7 に記載の位置検出装置。

【請求項 9】 前記背景部材は前記支持部材に設けられている、ことを特徴とする請求項 7 に記載の位置検出装置。

【請求項 10】 前記照射系は、前記照明光を発生する光源と；前記照明光を拡散させる光拡散部材と；を備えることを特徴とする請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載の位置検出装置。

【請求項 11】 前記処理装置は、前記反射光を結像させる結像光学系と；前記結像光学系が結像した像を撮像する撮像装置と；前記撮像装置による撮像結果を画像処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める画像処理装置と；を備えることを特徴とする請

求項 7 ～ 10 のいずれか一項に記載の位置検出装置。

【請求項 12】 露光用ビームを基板に照射して、所定のパターンを前記基板に形成する露光方法であって、前記基板の位置情報を請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の位置検出方法によって検出する位置検出工程と；前記位置検出工程において検出された前記基板の位置情報に基づいて、前記基板の位置制御を行うとともに、前記基板に前記所定のパターンを形成するパターン形成工程と；を含む露光方法。

【請求項 13】 露光用ビームを基板に照射して、所定のパターンを前記基板に形成する露光装置であって、前記基板の位置情報を検出する請求項 7 ～ 11 のいずれか一項に記載の位置検出装置と；前記位置検出装置により位置検出された前記基板を搭載するステージを有するステージ装置と；を備える露光装置。

【請求項 14】 リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法において、前記リソグラフィ工程で、請求項 12 に記載の露光方法を用いて露光を行うことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、位置検出方法、位置検出装置、露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法に係り、より詳しくは、物体の位置情報を検出する位置検出方法及び位置検出装置、前記位置検出方法を使用して露光対象物体の位置情報を検出する露光方法及び露光装置、並びにリソグラフィ工程において前記露光方法を使用して露光を行うデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子、液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、適宜「基板又はウエハ」という）上に形成する露光装置が用いられている。こうした露光装置としては、いわゆるステッパ等の静止露光型の投影露光装置や、いわゆるスキャニング・ステッパ等の走査露光型の投影露光装置が主として用いられている。かかる露光装置においては、露光に先立ってレチクルとウエハとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行う必要がある。

【0003】このため、ウエハの移動を規定する基準座標系とウエハ上のショット領域の配列に関する配列座標系（ウエハ座標系）との位置関係の高精度な検出（詳細（ファイン）アライメント）を行うために、いわゆるエンハンスド・グローバル・アライメント（以下、「EGA」という）が広く使われている。この EGA では、ウエハ内の数箇所のファインアライメントマーク（回路パターンとともに転写された詳細位置合わせマーク）が計

測され、最小二乗近似等で各ショット領域の配列座標を求められる。そして、露光に際しては、その演算結果を用い、ウエハステージの精度に任せてステッピング動作が行われる。

【0004】かかるEGAのためには、ウエハ上の所定箇所に形成されたファインアライメントマークを高倍率で観測を行う必要があるが、高倍率で観測を行うには、観測視野が必然的に狭いものとなる。そこで、狭い観測視野で確実にファインアライメントマークを捉えるために、ファインアライメントに先立って、以下のような、基準座標系と配列座標系との位置関係の検出を行っている。

【0005】まず、位置検出の対象物であるウエハについて、そのウエハの外縁形状を観察する。そして、観察されたウエハ外縁のノッチやオリエンテーション・フラットの位置やウエハ外縁の位置等に基づいて、所定の精度で、基準座標系と配列座標系との位置関係を検出する。この検出を、以下では「プリアライメント」という。なお、半導体素子の製造に使用されるウエハはほぼ円形であるので、円の方程式を規定するために必要な3つのパラメータ（中心の2次元位置及び半径）の導出に必要な少なくとも3箇所の外縁位置を検出している。

【0006】こうしたプリアライメントにあたっては、少なくとも3箇所のウエハの外縁位置を撮像し、画像処理を行ってウエハの外縁位置を検出することが一般的に行われている。かかるプリアライメントのための撮像にあたっては、ウエハステージに設けられた上下動及び回転が可能なセンターテーブル上に載置したウエハを、ウエハステージ内に設けられた光源を使用してウエハを裏面側から照明し、ウエハの表面側からウエハを撮像する透過式照明法が採用されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述の従来のプリアライメントでは、ウエハステージの内部の光源を設けているので、光源の発光に伴って発生する熱が、ウエハステージの変形を引き起こしていた。このため、プリアライメントによるウエハの位置検出精度の低下を招いていた。

【0008】また、ウエハホルダに光源や上下動可能なセンターテーブルを設けると、ウエハホルダ内部に、光源やセンターテーブルの上下動機構を収納することが必要となるため、ウエハホルダの大型化を招くことになる。さらに、近年において、ウエハ表面に描かれたパターン情報取得の要請が高まりつつある。かかるウエハ表面上のパターン情報の取得は、透過式照明法を使用するのでは、実現が極めて困難であった。

【0009】このため、現在、ウエハの位置検出精度を低下させずに、透過式照明法とは異なる方式を採用した新たなウエハの位置検出の技術が待望されているのである。

【0010】本発明は、上記の事情のもとでなされたものであり、その第1の目的は、透過式照明法を採用せずに、物体の位置検出を精度良く行うことができる位置検出方法及び位置検出装置を提供することにある。

【0011】また、本発明の第2の目的は、所定のパターンを基板表面に精度良く形成することができる露光方法及び露光装置を提供することにある。

【0012】また、本発明の第3の目的は、微細なパターンを有する高集積度のデバイスを生産することが可能なデバイス製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明の位置検出方法は、物体（W）の位置情報を検出する位置検出方法であって、前記物体の裏面側に、前記物体の表面上には存在しないパターンが形成された背景部材（42a、42b、42c）を配置する第1工程と；前記物体の表面側から照明光を照射する第2工程と；前記物体の表面及び前記背景部材からの反射光に基づいて、前記物体の外縁の位置情報を求める第3工程と；を含む。ここで、「物体の表面」とは、物体の表側の面をいう。例えば、上述のウエハには、ウエハの表面とは、パターンを転写しようとする面あるいはパターンが転写された面をいう。本明細書では、この意味で「表面」の語を使用するものとする。

【0014】これによれば、第1工程において物体の裏面側に背景部材を配置した後、第2工程において、物体の表面側から物体と背景部材とに照明光を照射する。そして、第3工程において、物体の表面及び背景部材からの反射光に基づいて、前記物体の外縁の位置情報を求める。すなわち、落射照明法によって、物体の表面及び背景部材の観察が行われる。このとき、背景部材には物体の表面上には存在しないパターンが形成されているので、観察結果における物体の表面領域と背景部材領域とを区別することができ、物体の外縁の位置情報を求めることができる。したがって、透過式照明法を採用せずに、物体の位置情報を精度良く行うことができる。

【0015】本発明の位置検出方法では、前記物体の表面をほぼ平面とし、前記照明光を前記物体の表面の平面部へほぼ垂直に入射させることができる。すなわち、本発明の位置検出方法では、いわゆる垂直落射照明法を採用することができる。

【0016】また、本発明の位置検出方法では、前記物体の表面をほぼ平面とし、前記照明光を前記物体の表面の平面部へ斜めに入射させることができる。すなわち、本発明の位置検出方法ではいわゆる斜光落射照明法を採用することができる。

【0017】また、本発明の位置検出方法では、前記照明光を拡散光とすることができる。

【0018】また、本発明の位置検出方法では、前記第3工程が、前記反射光が形成する前記物体の表面及び前

記背景部材の像を撮像する第4工程と；前記第4工程における撮像結果を画像処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める第5工程と；を含むことができる。ここで、前記画像処理としてテクスチャ解析処理を行うことができる。

【0019】本発明の位置検出装置は、物体(W)の位置情報を検出する位置検出装置であって、前記物体を支持する支持部材(36)と；前記物体の表面上には存在しないパターンが形成された背景部材(42a, 42b, 42c)と；前記背景部材が裏面側に配置された前記物体の表面側から照明光を照射する照射系(51, 52, 54)と；前記物体の表面及び前記背景部材からの反射光を処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める処理装置(56, 57, 61)と；を備える。

【0020】これによれば、支持部材によって支持された物体の裏面側に背景部材を配置した後、当該物体の表面側から、照明系が、物体と背景部材とに照明光を照射する。そして、処理装置が、物体の表面及び背景部材からの反射光に基づいて、前記物体の外縁の位置情報を求める。すなわち、本発明の位置検出装置は、本発明の位置検出方法を使用して、物体の位置情報を検出する。したがって、透過光照明法を採用せずに、物体の位置情報を精度良く行うことができる。

【0021】本発明の位置検出装置では、前記背景部材を、前記支持部材によって支持された前記物体の裏面側で、前記物体に接近及び離間する方向に移動させる背景部材駆動装置(45a, 45b, 45c)を更に備える構成とすることができる。

【0022】また、本発明の位置検出装置では、前記背景部材が前記支持部材に設けられている構成とすることができる。

【0023】また、本発明の位置検出装置では、前記照射系が、前記照明光を発生する光源と(51)；前記照明光を拡散させる光拡散部材(53)と；を備える構成とすることができる。

【0024】また、本発明の位置検出装置では、前記処理装置が、前記反射光を結像させる結像光学系(56)と；前記結像光学系が結像した像を撮像する撮像装置(57)と；前記撮像装置による撮像結果を画像処理して、前記物体の外縁の位置情報を求める画像処理装置(63)と；を備える構成とすることができる。

【0025】本発明の露光方法は、露光用ビームを基板(W)に照射して、所定のパターンを前記基板に形成する露光方法であって、前記基板の位置情報を本発明の位置検出方法によって検出する位置検出工程と；前記位置検出工程において検出された前記基板の位置情報に基づいて、前記基板の位置制御を行うとともに、前記基板に前記所定のパターンを形成するパターン形成工程と；を含む。

【0026】これによれば、本発明の位置検出方法を使

用して、基板の位置情報が検出される。そして、検出された基板の位置情報に基づいて、基板の位置制御を行いつつ、基板に所定のパターンを形成する。したがって、所定のパターンを精度良く区画領域に形成することができる。

【0027】本発明の露光装置は、露光用ビームを基板(W)に照射して、所定のパターンを前記基板に形成する露光装置であって、前記基板の位置情報を検出する本発明の位置検出装置と；前記位置検出装置により位置検出された前記基板を搭載するステージを有するステージ装置(WST)と；を備える。

【0028】これによれば、本発明の位置検出装置により形状が高精度で位置情報が検出された基板がステージ装置のステージに搭載される。この結果、基板の位置制御を高精度で行うことができ、ひいては、パターンを精度良く基板に転写することができる。

【0029】本発明のデバイス製造方法は、リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法において、前記リソグラフィ工程で、本発明の露光方法を使用して露光を行うことを特徴とする。これによれば、本発明の露光方法を使用して露光を行うことにより、所定のパターンを精度良く基板に形成することができるので、微細な回路パターンを有する高集積度のデバイスの生産性を向上することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を、図1～図12を参照して説明する。

【0031】図1には、一実施形態に係る基板搬送装置を含む露光装置100の構成が示されている。この露光装置100は、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置(いわゆるスキニング・ステッパ)である。

【0032】この露光装置100は、露光光源を含む照明系12、レチクルRを保持するレチクルステージRS T、投影光学系P L、基板としてのウエハWが搭載されるステージ装置としてのウエハステージWST、及びこれらの制御系等を備えている。

【0033】前記照明系12は、露光光源と照明光学系(いずれも図示せず)とから構成される。照明光学系は、コリメータレンズ、フライアイレンズ又はロッド型インテグレート等のオブティカルインテグレートなどから成る照度均一化光学系、リレーレンズ、可変NDフィルタ、レチクルブラインド、リレーレンズ等を含んで構成されている。

【0034】ここで、この照明系の構成各部についてその作用とともに説明すると、露光光源で発生した照明光I Lは照度均一化光学系及び照度を制御する可変NDフィルタ等により照度分布がほぼ均一で所定の照度を有する光束に変換される。照明光I Lとしては、例えばK r Fエキシマレーザ光やA r Fエキシマレーザ光等のエキ

シマレーザ光、F₂レーザ光（波長157nm）、Ar₂ダイマーレーザ等のダイマーレーザ、銅蒸気レーザやYAGレーザの高調波、あるいは超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）が用いられる。

【0035】照度均一化光学系から射出された光束は、リレーレンズを介して、レチクルブラインドに達する。このレチクルブラインドは、レチクルRのパターン形成面及びウエハWの露光面と光学的に共役な面に配置されている。

【0036】前記レチクルブラインドは、複数枚の可動遮光板（例えば2枚のL字型の可動遮光板）を例えばモータにより開閉することにより開口部の大きさ（スリット幅等）を調整し、レチクルR上の照明領域IARを任意の形状及び大きさに設定できるようになっている。

【0037】ここで、照明系内の上記各駆動部、すなわち可変NDフィルタ、レチクルブラインド等は、主制御系20からの照明制御指示信号LCDによって制御される。

【0038】前記レチクルステージRSTは、レチクルベース盤13上に配置され、その上面にはレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、ここでは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータから成る不図示のレチクルステージ駆動部によって、レチクルRの位置決めのため、照明系の光学系（以下、「照明光学系」という）の光軸（後述する投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直な平面内（XY平面内）で2次元的に（X軸方向、これに直交するY軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向に）微少駆動可能であるとともに、所定の走査方向（ここではY方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。このレチクルステージRSTは、レチクルRの全面が少なくとも照明光学系の光軸を横切ることができるだけのY方向の移動ストロークを有している。なお、レチクルベース盤13は、後述する本体コラム93を構成する架台91の天板部を構成している。

【0039】レチクルステージRSTの側面には鏡面加工が施され、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16からの干渉計ビームを反射する反射面が形成されている。レチクル干渉計16では、その反射面からの戻り光と不図示のレファレンス部からの戻り光を干渉させてその干渉光の光電変換信号に基づき、レチクルステージRSTのステージ移動面内の位置を、例えば0.5～1nm程度の分解能で常時検出している。

【0040】レチクル干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報（速度情報）RPVはステージ制御装置19及びこれを介して主制御系20に送られている。ステージ制御装置19は、主制御系20からのステージ制御データSCDによる指示に応じ、レチクルステージRSTの位置情報（速度情報）RPVに基づいてレ

チクルステージ駆動部（図示省略）を介してレチクルステージRSTを駆動する。

【0041】前記投影光学系PLは、レチクルステージRSTの図1における下方に配置されている。この投影光学系PLの光軸AX（照明光学系の光軸に一致）の方向がZ軸方向とされ、ここでは両側テレセントリックな光学配置となるように光軸AXの方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメントから成る屈折光学系が用いられている。この投影光学系PLは所定の投影倍率、例えば1/4、1/5、あるいは1/6を有する縮小光学系である。

【0042】このため、照明系12からの照明光ILによってレチクルRの照明領域IARが照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介して照明領域IAR部分のレチクルRの回路パターン（縮小像（部分倒立像））が表面にレジスト（感光剤）が塗布されたウエハW上に形成される。

【0043】前記本体コラム93は、床面に固定される防振台94によって水平に支持された鏡筒定盤92と、この鏡筒定盤92の上面に固定された架台91とから構成されている。鏡筒定盤92には、その中央部に平面視で円形の開口が形成され、この開口内に投影光学系PLが上方から挿入されている。投影光学系PLの高さ方向の中央部分には、フランジ部98が設けられ、このフランジ部98を介して投影光学系PLが鏡筒定盤92によって下方から支持されている。

【0044】前記架台91は、鏡筒定盤92の上面に投影光学系PLを取り囲むように鉛直方向に沿って配設された4本の脚部と、これら4本の脚部上端部相互間を連結する天板部、すなわちレチクルベース13とを備えている。

【0045】前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの図1における下方に配置されたウエハベース盤17上に配置され、このウエハステージWST上には、基板保持部材としてのウエハホルダ18が載置されている。このウエハホルダ18上には直径12インチのウエハWが真空吸着されている。ウエハホルダ18は不図示の駆動部により、投影光学系PLの最良結像面に対し、任意方向に傾斜可能で、かつ投影光学系PLの光軸AX方向（Z方向）に微動できるように構成されている。また、このウエハホルダ18はZ軸回りの回転動作も可能になっている。なお、ウエハステージWSTとウエハホルダ18とからステージ装置としてのウエハステージ装置が構成されている。

【0046】ウエハステージWSTは走査方向（Y方向）の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域を前記照明領域IARと共役な露光領域IAに位置させることができるように、走査方向に垂直な非走査方向（X方向）にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を後述するようにして走査（スキヤ

ン) 露光する動作と、次のショットの露光のための走査開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。

【0047】ウエハステージWSTは、ここでは、磁気浮上型の2次元リニアアクチュエータから成るステージ駆動装置としてのウエハ駆動装置15によりX軸及びY軸の2次元方向に駆動される。なお、ウエハ駆動装置15は、上記の2次元リニアアクチュエータによって構成されるが、図1においては図示の便宜上からブロックにて示されている。

【0048】ウエハステージWSTは、Y方向の一方側(例えば、+Y方向)とX方向の一方側(例えば、-X方向)の側面にそれぞれ鏡面加工が施され、防振台94に固定されたウエハ干渉計24により、ウエハステージWSTのXY面内での位置が例えば0.5~1nm程度の分解能で常時検出されている。

【0049】ここで、実際には、ウエハ干渉計24は走査方向に3以上の複数軸、非走査方向に3以上の複数軸設けられているが、図1ではこれらが代表的にウエハ干渉計24として示されている。そして、ウエハ干渉計24による計測結果に基づいて、ウエハステージWSTのZ方向を除く5自由度方向に関する位置情報(又は速度情報)が検出されるようになっている。ウエハステージWSTの位置情報(又は速度情報)WPVは、ステージ制御装置19及びこれを介して主制御系20に送られる。ステージ制御装置19は、主制御系20からのステージ制御データSCDによる指示に応じて前記位置情報(又は速度情報)WPVに基づいて、ウエハ駆動装置15を介してウエハステージWSTを制御する。

【0050】さらに、本実施形態の露光装置100では、投影光学系PLの側面に、ウエハW上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク(ウエハマーク)の位置を検出するためのオフ・アクシス方式の不図示のアライメント系が設けられている。かかるアライメント系には、例えば画像処理方式の結像式アライメントセンサが含まれている。このアライメントセンサの計測結果データが主制御系20に送られるようになっている。

【0051】また、この露光装置100では、投影光学系PLの最良結像面に向けて複数のスリット像を形成するための結像光束(検出ビームFB)を光軸AX方向に対して斜め方向より供給する照射光学系AF₁と、その結像光束のウエハWの表面での各反射光束をそれぞれスリットを介して受光する受光光学系AF₂とから成る斜入射方式の多点焦点位置検出系AFが設けられている。この多点焦点位置検出系AF(AF₁、AF₂)としては、例えば特開平5-190423号公報に開示されるものと同様の構成のものが用いられ、ウエハ表面の複数点の結像面に対するZ方向の位置偏差を検出し、ウエハWと投影光学系PLとが所定の間隔を保つようにウエハホルダ18をZ方向及び傾斜方向に駆動するために用い

られる。多点焦点位置検出系AFからのウエハ位置情報は、主制御系20を介してステージ制御装置19に送られる。ステージ制御装置19はこのウエハ位置情報に基づいてウエハホルダ18をZ方向及び傾斜方向に駆動する。

【0052】前記ウエハステージWST上には、アライメントセンサの検出中心の位置とレチクルパターンの投影像の位置との相対位置関係を計測するためのベースライン計測用基準マークその他の基準マークが形成された不図示の基準プレートが配置されている。

【0053】また、ウエハステージWST上のウエハホルダ18は、図2(A)~(C)に総合的に示されるように、下面(ウエハステージ側面)側はX方向両端の弓形部が除去された円形状を有している。また、ウエハホルダ18の上面(ウエハ載置面)側には、+X方向端部に切り欠き30a、30bが形成されるとともに、-X方向端部に切り欠き30cが形成されている。かかる切り欠き30a、30bの下方のウエハステージWSTの表面には+Y方向に向かってウエハステージWSTの辺縁まで延びる溝31aが形成され、また、切り欠き30cの下方のウエハステージWSTの表面には+Y方向に向かってウエハステージWSTの辺縁まで延びる溝31bが形成されている。この一組の切り欠き30a、30b、30c及び一組の溝31a、31bは、後述する搬入アームを挿入するためのものである。

【0054】図1に戻り、露光装置100では、更に、ウエハ受け渡し位置に配置されたウエハブリアライメント装置32を備えている。このウエハブリアライメント装置32は、鏡筒定盤92に取り付けられており、ウエハWの撮像結果を撮像データIMDとして主制御系20へ供給している。

【0055】ウエハブリアライメント装置32は、図3(A)に示されるように、鏡筒定盤92に固定されたブリアライメント制御装置34と、このブリアライメント制御装置34の下方に設けられ、支持部材としてのウエハ搬入アーム(以下、「搬入アーム」という)36を支持して上下動及び回転する上下動・回転機構38と、搬入アーム36の上方に配置された3つのCCDカメラ40a、40b、40cとを備えている。また、ウエハブリアライメント装置32は、図3(A)及び図3(B)に総合的に示されるように、背景部材としての背景板42a、42b、42cと、当該背景板42a、42b、42cを、搬入アーム36によって支持されたウエハW'の裏面側のXY面内で、ウエハW'に接近又は離間させる方向に移動させる背景部材駆動装置としてのリニアモータ45a、45b、45cとを更に備えている。ブリアライメント制御装置34の内部には、主制御系20による制御の下で、CCDカメラ40a、40b、40cからの画像信号を収集し、主制御系20へ送信する画像信号処理系、上下動・回転機構38の制御系、リニ

アモータ45a, 45b, 45cの制御系等が内蔵されている。

【0056】前記リニアモータ45aは、固定子46a及び可動子47aから構成されている。固定子46aは、鏡筒定盤92から鉛直下方に延びる不図示のモータ支持部材に固定されており、-Y方向に沿ってウエハW'の手前まで延設されている。また、可動子47aには背景板42aが固定されており、可動子47aの±Y方向の移動に伴って、背景板42aも±Y方向に移動するようになっている。そして、可動子47aが最も-Y方向に移動したときに、背景板42aの-Y方向側の一部がウエハW'の裏面に対向し、また、可動子47aが最も+Y方向に移動したときに、背景板42aが完全にウエハW'の裏面側から退避されるようになっている。

【0057】前記リニアモータ45bは、固定子46b及び可動子47bから構成されている。固定子46bは、鏡筒定盤92に固定され、鉛直下方に延びるモータ支持部材43bに固定されており、+X方向に沿ってウエハW'の手前まで延設されている。また、可動子47bには背景板42bが固定されており、可動子47bの±X方向の移動に伴って、背景板42bも±X方向に移動するようになっている。そして、可動子47bが最も+X方向に移動したときに、背景板42bの+X方向側の一部がウエハW'の裏面に対向し、また、可動子47bが最も-X方向に移動したときに、背景板42bが完全にウエハW'の裏面側から退避されるようになっている。

【0058】前記リニアモータ45cは、固定子46c及び可動子47cから構成されている。固定子46cは、鏡筒定盤92に固定され、鉛直下方に延びるモータ支持部材43cに固定されており、-X方向に沿ってウエハW'の手前まで延設されている。また、可動子47cには背景板42cが固定されており、可動子47cの±X方向の移動に伴って、背景板42cも±X方向に移動するようになっている。そして、可動子47cが最も-X方向に移動したときに、背景板42cの-X方向側の一部がウエハW'の裏面に対向し、また、可動子47bが最も+X方向に移動したときに、背景板42cが完全にウエハW'の裏面側から退避されるようになっている。

【0059】前記背景板42a, 42b, 42cの上面(表面)には、図4(A)において背景板42aについて代表的に示されるように、周期的な2次元水玉パターンが形成されている。こうした水玉パターンは、ウエハW'上面(表面)に形成される回路パターンとしては決してあり得ないパターンとして選択されている。なお、ウエハW'上面(表面)に形成される回路パターンとしては決してあり得ないパターンとしては、図4(A)の水玉パターン以外に、図4(B)に示される市松(チェッカーフラグ)パターン、図4(C)に示される斜め縞

パターン、図4(D)に示される斜め線パターン、又は図4(E)に示される斜め格子パターン等を採用することができる。なお、図4(C)～図4(E)のパターンを採用可能なのは、一般的にウエハに形成される回路パターンにおける直線パターンが、X方向又はY方向に平行であることによる。

【0060】前記CCDカメラ40a, 40b, 40cは、搬入アーム36に支持されたウエハWの外縁をそれぞれ検出するためのものである。CCDカメラ40a, 40b, 40cは、ここでは、図6の斜視図に示されるように、支持装置としての搬入アーム36に支持された12インチウエハW'のノッチNを含む外縁を撮像可能な位置に配置されている。この内、中央のCCDカメラ40aがノッチを検出するためのものである。なお、CCDカメラ40a, 40b, 40cによる撮像時には、背景板42a, 42b, 42cの一部が、ウエハW'の下面(裏面)に対向するように配置される(図6参照)。

【0061】CCDカメラ40a, 40b, 40cは、図5においてCCDカメラ40aについて代表的に示されるように、光源51、コリメータレンズ52、ハーフミラー54、ミラー55、結像光学系56、及びCCD撮像素子57を含んで構成されている。ここで、このCCDカメラ40aの構成各部についてその作用とともに説明する。

【0062】光源51から射出された観察用照明光は、コリメータレンズ52を介することにより平行光化される。この平行光の一部が、ハーフミラー54によって下方に折り曲げられ、ウエハW'の上面(パターン形成面)及び背景板42aの上面(パターン形成面)に照射される。

【0063】かかる観察用照明光はウエハW'の上面及び背景板42aの上面で反射される。その反射光の一部は、ハーフミラー54を透過し、ミラー55で反射された後、結像光学系56を介することにより、CCD撮像素子57の受光面にウエハW'の上面像及び背景板42aの上面像を形成する。CCD撮像素子57は、こうしてその受光面に形成された像を撮像し、撮像結果を撮像データIMDaとしてブライメント制御装置34へ向けて送出する。

【0064】なお、結像光学系56には、物体側にテレセントリックな光学系が用いられている。これは、一般の結像系では物点が光軸方向に移動すると像高(光軸から像点までの距離)が変化するが、物体側にテレセントリックな光学系の場合には、観察面上像はボケるが像高に変化はないからである。

【0065】ところで、主光線が傾くと、「(ウエハW'と背景板42aとの距離)×(主光線の傾き分)」に応じてウエハW'の外縁位置の検出結果がシフトする(例えば、ウエハW'と背景板42aとの距離2mm、

主光線の傾き 2.5 mrad の場合、ウエハ W' の外縁位置の検出結果は $5 \mu\text{m}$ だけシフトする)。このため、ウエハ W' の外縁位置検出に要求される検出精度に応じて結像光学系 56 のテレセントリック度の調整を行う必要がある。なお、背景板の傾きについても同様の考慮が必要である。なお、各可動子 47a ~ 47c に、背景板 42a ~ 42c を傾斜させるための傾斜駆動部を設けてもよい。

【0066】また、結像光学系 56 の焦点深度は、ウエハ W' の表面と背景板 42a の表面との間隔を含むほど深い焦点深度となっている。

【0067】なお、焦点深度と要求される検出精度とに応じて、焦点位置、及び、ウエハ W' の上面と背景板 42a との間隔を任意に設定可能とすることが好ましい。通常、焦点位置はウエハ W' の上面に合わせられる。

【0068】なお、本実施形態では、搬入アーム 36 は、平面視で T 字型の形状を有し、当該 T 字における 3 つの端部それぞれから鉛直下方に 3 つの指部が延びている。そして、当該 3 つの指部の下方端部に、ウエハ W を支持する爪部が設けられている。

【0069】更に、本実施形態の露光装置 100 は、図 7 に示されるように、ウエハホルダ 18 上のウエハを搬出するためのウエハ搬出アーム（以下、「搬出アーム」という）42 と、前記搬入アーム 36 にウエハを搬入するウエハ搬送アーム 44 及びこれらを駆動するアーム駆動機構 46 とを備えている。ここで、搬出アーム 42 及びウエハ搬送アーム 44 は、アーム駆動機構 46 によって Y 軸方向に沿って所定ストロークで駆動されるようになっている。

【0070】搬出アーム 42 は、図 7 から明らかなように、前述した搬入アーム 36 と全く同様に構成されている。但し、搬入アーム 36 が上下動・回転機構 38 の下端に保持されていたのに対し、搬出アーム 42 は、リニアモータの可動子を含む上下動・スライド機構 48 に保持されている点異なる。

【0071】前記主制御系 20 は、図 8 に示されるように、主制御装置 60 と記憶装置 70 とを備えている。主制御装置 60 は、(a) レチクル R の位置情報（速度情報）RPV 及びウエハ W の位置情報（速度情報）WPV に基づいて、ステージ制御系 19 にステージ制御データ SCD を供給する等して露光装置 200 の動作全体を制御する制御装置 69 と、(b) ウエハプリアライメント装置 32 から供給された撮像データ IMD に基づいて、ウエハ W の外形を測定し、ウエハ W の中心位置と半径とを検出するウエハ外形演算装置 61 とを備えている。ここで、ウエハ外形演算装置 61 は、(i) ウエハプリアライメント装置 32 から供給された撮像データ IMD を収集する撮像データ収集装置 62 と、(ii) 該撮像データ収集装置 62 によって収集された撮像データの画像処理を行う画像処理装置 63 と、(iii) 画像処理装置 6

3 による画像処理結果に基づき、ウエハ W の形状パラメータであるウエハ W の中心位置と半径との算出を行うパラメータ算出装置 66 とを含んでいる。

【0072】前記画像処理装置 63 は、(i) テクスチャ解析窓内の各画素データの重みを求める重み情報演算装置 64 と；(ii) 重み情報と各画素の画像データとに基づいて、テクスチャ解析窓内の画像に関するテクスチャ特徴値を算出する特徴値算出装置 65 とを有している。

【0073】また、記憶装置 70 は、その内部に、撮像データ格納領域 72 と、テクスチャ特徴値格納領域 73 と、境界推定位置格納領域 74 と、測定結果格納領域 75 とを含んでいる。

【0074】なお、図 8 においては、データの流れが実線矢印で示され、制御の流れが点線矢印で示されている。以上のように構成された主制御系 20 の各装置の作用は後述する。

【0075】本実施形態では、主制御装置 60 を上記のように、各種の装置を組み合わせで構成したが、主制御系 20 を計算機システムとして構成し、主制御装置 60 を構成する上記の各装置の機能を主制御系 20 に内蔵されたプログラムによって実現することも可能である。

【0076】以下、本実施形態の露光装置 100 による露光動作を、図 9 に示されるフローチャートに沿って、適宜他の図面を参照しながら説明する。

【0077】かかる露光動作では、まず、ステップ 102 において、主制御系 20 の制御の下で、不図示のレチクルロードにより、転写したいパターンが形成されたレチクル R がレチクルステージ RST にロードされる。また、搬送アーム 44（図 7 参照）により、露光したいウエハ W が搬入アーム 36 にロードされる。

【0078】次に、ステップ 103 において、主制御系 20 が、プリアライメント制御装置 34 を介して上下動・回転機構 38 を制御し、搬入アーム 36 を Z 軸方向に移動させて、ウエハ W の表面が CCD カメラ 40a, 40b, 40c による観察面の高さ位置とする。また、主制御系 20 が、プリアライメント制御装置 34 を介してリニアモータ 45a, 45b, 45c を制御し、背景板 42a, 42b, 42c それぞれの一部がウエハ W の裏面に対向する位置に、背景板 42a, 42b, 42c を移動させる。

【0079】引き続き、ステップ 104 において、CCD カメラ 40a, 40b, 40c により、ウエハ W の外縁近傍を撮像する。こうした撮像結果の例が、図 10 (A) ~ (C) に示されている。ここで、図 10 (A) には、CCD カメラ 40a の撮像視野 VAA 内のウエハ W 像及び背景板 42a 像が示されている。また、図 10 (B) には、CCD カメラ 40b の撮像視野 VAB 内のウエハ W 像及び背景板 42b 像が示されている。また、図 10 (C) には、CCD カメラ 40c の撮像視野 VA

C内のウエハW像及び背景板42b像が示されている。

【0080】これらの図10(A)～(C)に示されるように、ウエハWの像はほぼ一様に明るい領域となっている。一方、ウエハ像外の背景板42a、42b、42cの像の領域(以下、「背景板像領域」という)では、水玉パターンが比較的暗い像として周期的に並んでいる。ここで、ウエハ像領域の明度と背景板像領域における水玉パターンの周囲の明るい領域とはほぼ同一の明度となっている場合がある。かかる場合には、明度分布のみに基づいたのでは、ウエハ像領域の外縁を精度良く推定できない状態となっている。こうして撮像されたウエハWの撮像データIMDは、主制御系20に供給される。主制御系20では、撮像データ収集装置62が撮像データIMDを受信し、撮像データ格納領域72に受信データを格納する。

【0081】図9に戻り、次に、サブルーチン105において、ウエハWの形状の測定、すなわちウエハWの形状パラメータである中心位置 Q_w と半径 R_w との測定がなされる。このサブルーチン105では、所定の大きさのテクスチャ解析窓を、移動させながらテクスチャ解析窓内の画像に関するテクスチャ特徴値を算出し、テクスチャ特徴値の分布を解析するテクスチャ解析が行われる。ここで、テクスチャ特徴値としては、テクスチャ解析窓内の画素データの平均値や分散等を採用し得るが、以下の説明においては、テクスチャ特徴値が、テクスチャ解析窓内の画素データの平均値に対する分散であるものとする。

【0082】すなわち、サブルーチン105では、図11に示されるように、まず、ステップ131において、画像処理装置63の特徴値算出装置64が、初期位置から順次テクスチャ解析窓を移動しつつ、テクスチャ解析窓が各位置(X, Y)にあるときのテクスチャ特徴値として、テクスチャ解析窓内の画素データの分散 $V(X, Y)$ を算出する。かかる分散 $V(X, Y)$ の算出にあたっては、まず、テクスチャ解析窓内の画素データの平均値 $\mu(X, Y)$ を算出し、当該平均値 $\mu(X, Y)$ に関するテクスチャ解析窓内の分散 $V(X, Y)$ を算出する。

【0083】引き続き、特徴値算出装置64は、以上のようにして算出したテクスチャ解析窓の初期位置から終了位置までの各位置における分散 $V(X, Y)$ をテクスチャ特徴値格納領域73に格納する。こうしてステップ131の処理が終了する。

【0084】次いで、ステップ132において、境界推定装置65が、テクスチャ特徴値格納領域73からテクスチャ特徴値である分散 $V(X, Y)$ を読み出す。ここで、例えば、X軸に平行な軸に沿ってテクスチャ解析窓を移動させたときの分散 $V(X, Y)$ の変化をみると、次のようになる。すなわち、テクスチャ解析窓が背景板像領域にあるときは、分散 $V(X, Y)$ は一般的な比較的

小さな値となる。また、テクスチャ解析窓が背景板像領域とウエハ像領域との境界部にあるときは、分散 V

(X, Y)は大きな値となる。また、テクスチャ解析窓がウエハ像領域にあるときは、上述のようにウエハ像領域はほぼ一様に明るいので、分散 $V(X, Y)$ は小さな値となる。

【0085】以上の分散 $V(X, Y)$ の変化をグラフ化したものが、図12(A)に示されている。この図12(A)に示されるように、テクスチャ解析窓が背景板像領域とウエハ像領域との境界部にあるときに、分散 $V(X, Y)$ は、テクスチャ解析窓が背景板像領域又はウエハ像領域にあるときよりも大きくなり、かつ、テクスチャ解析窓が背景板像領域とウエハ像領域との境界近傍にあるときに極大となる。この変化の性質は、どの境界部においても同様であり、分散 $V(X, Y)$ の分布を2次元的な変化を表すと図12(B)に示されるようになる。

【0086】この分散 $V(X, Y)$ のウエハ像領域と背景板像領域との境界部における性質を使用して、境界推定装置55は、分散 $V(X, Y)$ が極大となる点を、ウエハ像領域と背景板像領域との境界として推定する。

【0087】以上のようにして、背景板像領域とウエハ像領域との境界を推定することにより、撮像視野VACについて代表的示される図12(C)における実線のように、二点鎖線で示される実際のウエハ外縁を推定することができる。境界推定装置65は、境界推定位置を境界推定位置格納領域74に格納する。

【0088】図11に戻り、引き続き、ステップ133において、パラメータ算出装置66は、ウエハ像領域WARの中心位置 Q_w と半径 R_w とを、上記の推定された境界位置に基づいて、最小二乗法等の統計的な手法を用いて算出する。パラメータ算出装置66は、こうして求めた中心位置 Q_w 及び半径 R_w を、測定結果格納領域75に格納する。こうして、サブルーチン105の処理を終了し、図9のメインルーチンへリターンする。

【0089】次いで、ステップ106において、制御装置69は、上記で求めたウエハWの形状測定以外の露光準備用計測を行う。すなわち、制御装置69は、撮像データ格納領域72に格納されたウエハWの外縁近傍の撮像データに基づいて、ウエハWのノッチN位置を検出する。これにより、ロードされたウエハWのZ軸回りの回転角を検出する。そして、検出されたウエハWのZ軸回りの回転角に基づき、必要に応じて、制御装置69が、プリアライメント制御装置34を介して上下動・回転機構38を制御し、搬入アーム36を回転駆動する。引き続き、制御装置69が、プリアライメント制御装置34を介して上下動・回転機構38を制御し、搬入アーム36を駆動して、ウエハWをウエハホルダ18にロードする。

【0090】この後、制御装置69は、ウエハWに対す

る露光が、第2層目以降の露光であるときには、既に形成されている回路パターンと重ね合わせ精度良く回路パターンを形成するため、上述のウエハWの形状測定結果に基づいて、ウエハWの移動すなわちウエハステージWSTの移動を規定する基準座標系と、ウエハW上の回路パターンの配列すなわちチップ領域（ショット領域）の配列に関する配列座標系との位置関係が、ウエハアライメントセンサを使用して高精度で検出される。

【0091】次いで、ステップ107において、露光が行われる。この露光動作にあたって、まず、ウエハWのXY位置が、ウエハW上の最初のショット領域（ファースト・ショット）の露光のための走査開始位置となるように、ウエハホルダ18が移動される。この移動は、測定結果格納領域75から読み出された上述のウエハWの形状測定結果、ウエハ干渉計24からの位置情報（速度情報）WPV等（第2層目以降の露光の場合には、基準座標系と配列座標系との位置関係の検出結果、ウエハ干渉計24からの位置情報（速度情報）WPV等）に基づき、主制御系20によりステージ制御系19及びウエハ駆動装置15等を介して行われる。同時に、レチクルRのXY位置が、走査開始位置となるように、レチクルステージRSTが移動される。この移動は、主制御系20によりステージ制御系19及び不図示のレチクル駆動部等を介して行われる。

【0092】次に、ステージ制御系19が、主制御系20からの指示に応じて、多点フォーカス位置検出系（ AF_1 、 AF_2 ）によって検出されたウエハのZ位置情報、レチクル干渉計16によって計測されたレチクルRのXY位置情報RPV、ウエハ干渉計24によって計測されたウエハWのXY位置情報WPVに基づき、レチクル駆動部及びウエハ駆動装置15を介して、ウエハWの面位置の調整を行いつつ、レチクルRとウエハWとを相対移動させて走査露光を行う。

【0093】こうして、最初のショット領域の露光が終了すると、次のショット領域の露光のための走査開始位置となるように、ウエハステージWSTが移動されるとともに、レチクルRのXY位置が、走査開始位置となるように、レチクルステージRSTが移動される。そして、当該ショット領域に関する走査露光が、上述の最初のショット領域と同様にして行われる。以後、同様にして各ショット領域について走査露光が行われ、露光が完了する。

【0094】そして、ステップ108において、搬出アーム42により、露光が完了したウエハWがウエハホルダ18からアンロードされる。こうして、ウエハWの露光処理が終了する。

【0095】以上、説明したように、本実施形態によれば、落射照明法を採用するとともに、ウエハW表面には存在しないパターンが形成された背景板42a、42b、42cを背景として、ウエハWを撮像する。そし

て、撮像結果におけるウエハ像領域と背景板像領域との間の画像特徴の相違から、ウエハ像領域と背景板像領域との境界を精度良く推定する。したがって、従来の透過式照明法の採用に伴う、ウエハステージWSTの構造の複雑化や、光源という発熱源のウエハステージWSTへの組み込みを回避しつつ、ウエハWの位置情報を精度良く検出することができる。さらに、透過照明法の場合には不可能であったウエハW表面の観察の実現への道も拓くことができる。

【0096】また、ウエハ像領域と背景板像領域における模様相違に着目して、テクスチャ解析の手法によりウエハWの位置情報を検出するので、撮像結果の生データの明度分布のみによっては境界を連続的な線として推定できないウエハ像領域と背景板像領域との境界を連続的な線として推定するので、ウエハWの位置情報を精度良く検出することができる。

【0097】なお、上記の実施形態では、背景板に形成されたパターンを固定的なものとしたが、背景板として液晶基板を利用してパターンを可変としてもよい。また、無地の背景板にパターンを投影する方法を採用してもよい。かかる背景板のパターンとしては、予め既知でウエハWに存在しない画像処理的特徴を有するものであれば、前述の図4（A）～図4（E）に示されたパターン以外のパターンであっても使用することが可能である。例えば、唐草模様や正多角形模様のパターンを使用することができる。

【0098】また、ウエハ像（特に、ウエハ外縁部の像）と背景板像との間に適切なコントラストが確保できるのであれば、背景板としてパターン無し（無地）の背景板を使用してもよい。

【0099】また、上記の実施形態においては、前述の図5において点線で示されるように、コリメータレンズ52とウエハW及び背景板52aとの間に拡散板53を配置し、落射照明光として拡散光を使用することも可能である。かかる場合には、形状が予め予想できないウエハW外縁部からの反射光を確実に捉えることができるので、精度良くウエハの外縁位置を検出することができる。

【0100】また、上記の実施形態としては、CCDカメラ40a、40b、40cによる撮像にあたり垂直落射照明法を採用したが、斜光落射照明法を採用することも可能である。かかる斜光落射照明法を採用する場合には、CCDカメラ40a、40b、40cが、図13においてCCDカメラ40aについて代表的に示されるように、光源51と拡散板53とからなる観察用照明系を構成し、観察用照明系によって、斜めより一様な拡散照明を行う。そして、ミラー55及び結像光学系56を介したウエハW表面及び背景板42aからの反射光による像をCCD撮像素子57によって撮像する。この場合にも、形状が予め予想できないウエハW外縁部からの反

射光を確実に捉えることができるので、精度良くウエハの外縁位置を検出することができる。

【0101】なお、上記実施形態等においては、ウエハWの外縁部の状態に合わせた照明をすることが望ましい。このため、照明方向、拡散板（又は反射ミラー）の種類や位置、背景板の種類、位置（背景板とウエハ間の距離）、傾斜などの条件を可変とする構成とすることが好ましい。

【0102】また、上記のような拡散照明光を採用する場合には、背景板は無地でもよく、例えば黒セミックのように、撮像素子に到達するウエハ外縁部における反射光量よりも十分に少ない反射光しか発生させない低反射率を有するものであれば採用することができる。

【0103】また、上記の実施形態では、ウエハ径が12インチであり、ノッチが6時方向にある状態でロードされる場合について説明したが、ウエハ径が12インチであり、ノッチが3時方向にある状態でロードされる場合にも本発明を適用することができる。かかる場合には、図14に示されるように、3時方向、1時半方向、及び4時半方向の外縁部にCCDカメラの撮像視野VAD、VAE、VACを設定すればよい。

【0104】また、6時方向及び3時方向のいずれのノッチ位置に対応するために、6時方向、7時半方向、4時半方向、3時方向、及び1時半方向の5箇所の外縁部に撮像視野VAD、VAB、VAC、VAD、VAEを設定することも可能である。

【0105】また、上記の実施形態では、ウエハ径を12インチとしたが、ウエハ径が8インチ径の場合にも本発明を適用することができる。ここで、ノッチ位置が6時方向のときは、図15（A）に示されるように、6時方向、10時半方向、及び1時半方向の外縁部に撮像視野VAD'、VAB'、VAC'を設定すればよい。また、ノッチ位置が3時方向のときは、図15（B）に示されるように、3時方向、10時半方向、及び7時半方向の外縁部に撮像視野VAD'、VAB'、VAE'を設定すればよい。さらに、6時方向及び3時方向のいずれのノッチ位置に対応するためには、6時方向、10時半方向、1時半方向、3時方向、及び7時半方向の外縁部に撮像視野VAA'、VAB'、VAC'、VAD'、VAE'を設定すればよい。

【0106】また、上記の実施形態では、ノッチが形成されているウエハについて説明したが、オリエンテーション・フラットが形成されたウエハについても本発明を適用することができる。かかる場合には、図16（A）及び図16（B）に示されるように、オリエンテーション・フラットの両端部と他の一箇所（例えば、オリエンテーション・フラットが6時方向にあるときには、3時方向の外縁部）に、撮像視野を設定すればよい。

【0107】また、上記の実施形態では、ウエハ像と背景板像とを撮像し、画像処理の方法によりウエハ像と背

景板像との区別をして、外縁の位置情報を求めたが、光学的な方法によりウエハからの反射光と背景板からの反射光とを分離することも可能である。かかる光学的な方法としては、背景板上のパターンが周期的であるときには、例えば、結像後にフーリエ変換レンズを介させ、フーリエ変換面に配置された、背景板のパターン周期に応じた黒点からなる光学フィルタにより背景板からの反射光成分を遮断する。その後、逆フーリエ変換レンズを介させることにより再結像させることにより、ウエハからの反射光成分による像を得るようにすればよい。

【0108】また、上記の実施形態では、背景板42a、42b、42cを独立駆動な構成としたが、背景板42a、42b、42cを搬入アームに取り付けてもよい。この場合には、ウエハWの外縁部と背景板42a、42b、42cとの間の焦点差の考慮、及び、背景板42a、42b、42cの独立駆動に関する考慮が不要となる。なお、この場合には、背景板42a、42b、42cのパターン形成箇所が直にウエハWの裏面と接触しないようにすることが好ましい。また、ウエハホルダ18の上面に、ウエハWの表面に存在しないパターンを形成することも可能である。

【0109】また、上記実施形態では、本発明の位置検出方法をウエハWの位置情報の検出に適用したが、レチクルRの位置情報の検出にも本発明の位置検出方法を適用することができる。

【0110】また、上記の実施形態では、走査型露光装置の場合を説明したが、本発明は、紫外線を光源にする縮小投影露光装置、波長10nm前後の軟X線を光源にする縮小投影露光装置、波長1nm前後を光源にするX線露光装置、EB（電子ビーム）やイオンビームによる露光装置などあらゆるウエハ露光装置、液晶露光装置等に適用できる。また、ステップ・アンド・リピート機、ステップ・アンド・スキャン機、ステップ・アンド・ステッチング機を問わない。

【0111】また、上記の実施形態では、露光装置について説明したが、露光装置以外の装置、例えば顕微鏡等を使用した物体の観察装置、工場の組み立てライン、加工ライン、検査ラインにおける対象物の位置情報検出に用いることもできる。

【0112】また、上記の実施形態では、位置検出対象物の形状をほぼ円としたが、他の形状（例えば楕円、正方形等）であっても、適用可能である。

【0113】《デバイスの製造》次に、上記の実施形態の露光装置及び露光方法を使用したデバイスの製造について説明する。

【0114】図17には、本実施形態におけるデバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産のフローチャートが示されている。図17に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバ

イスの機能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

【0115】次に、ステップ204（ウエハ処理ステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（デバイス組立ステップ）において、ステップ204において処理されたウエハを用いてチップ化する。このステップ205には、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）パッケージング工程（チップ封入）等の工程が含まれる。

【0116】最後に、ステップ206（検査ステップ）において、ステップ205で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

【0117】図18には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図18において、ステップ211（酸化ステップ）においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212（CVDステップ）においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213（電極形成ステップ）においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214（イオン打込みステップ）においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハプロセスの各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

【0118】ウエハプロセスの各段階において、前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布し、引き続き、ステップ216（露光ステップ）において、上記で説明した実施形態の露光装置及び露光方法によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。次に、ステップ217（現像ステップ）においては露光されたウエハを現像し、引き続き、ステップ218（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0119】これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0120】以上のようにして、精度良く微細なパター

ンが形成されたデバイスが製造される。

【0121】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の位置検出方法によれば、落射照明法により、物体の表面及び当該物体の表面には存在しないパターンが形成された背景部材の観察が行われ、観察結果における物体の表面領域と背景部材領域とが区別されるので、透過光照明法を採用せずに、物体の位置情報を精度良く行うことができる。

【0122】また、本発明の位置検出装置によれば、本発明の位置検出方法を使用して物体の位置情報を検出するので、透過光照明法を採用せずに、物体の位置情報を精度良く検出することができる。

【0123】また、本発明の露光方法によれば、本発明の位置検出方法を使用して、基板の位置情報を高精度で検出し、その検出結果に基づいて基板の位置制御を行うつつ、基板にパターンを転写するので、パターンを精度良く区画領域に転写することができる。

【0124】また、本発明の露光装置によれば、本発明の位置検出装置により基板の位置情報が高精度で測定されるので、基板の位置制御を高精度で行うことができ、ひいては、パターンを精度良く基板に転写することができる。

【0125】また、本発明のデバイス製造方法によれば、リソグラフィ工程において、本発明の露光方法を使用して、所定のパターンを基板に転写するので、精度良く微細なパターンが形成されたデバイスを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図2（A）～図2（C）は、図1のウエハステージ及びウエハホルダの構成を説明するための図である。

【図3】図3（A）及び図3（B）は、図1のプリアライメント系の構成を説明するための図である。

【図4】図4（A）～図4（E）は、図3の背景板に形成されたパターンを説明するための図である。

【図5】図3のCCDカメラの構成を説明するための図である。

【図6】プリアライメント時における搬入アームに支持されたウエハの近傍を示す斜視図である。

【図7】ウエハのロード及びアンロードに関する構成要素の配置を説明するための図である。

【図8】主制御装置の構成を説明するためのブロック図である。

【図9】図1の露光装置による露光動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】図10（A）～図10（C）は、プリアライメント検出系による撮像結果を説明するための図であ

る。

【図11】図9のウエハ外形測定サブルーチンの処理を説明するためのフローチャートである。

【図12】図12(A)～図12(C)は、ウエハ外形測定における分散の分布、及び、ウエハ外縁の推定結果を説明するための図である。

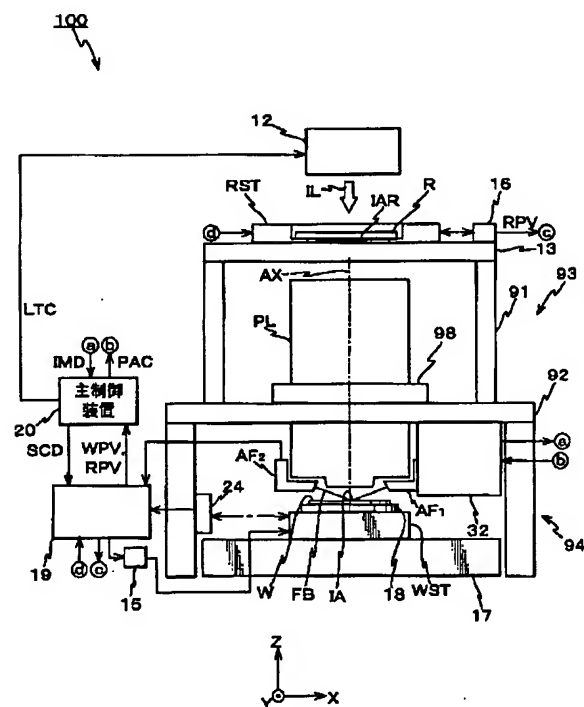
【図13】CCDカメラの変形例の構成を説明するための図である。

【図14】12インチウエハの撮像視野位置の他の例を示す図である。

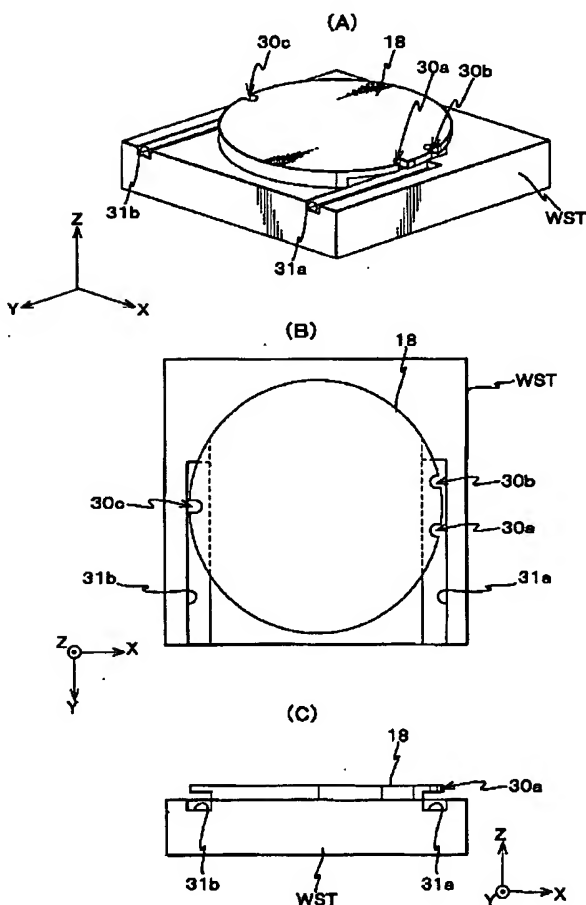
【図15】図15(A)及び図15(B)は、ノッチ付8インチウエハの撮像視野位置の例を示す図である。

【図16】図16(A)及び図16(B)は、オリエンテーション・フラット付8インチウエハの撮像視野位置の例を示す図である。

【図1】



【図2】



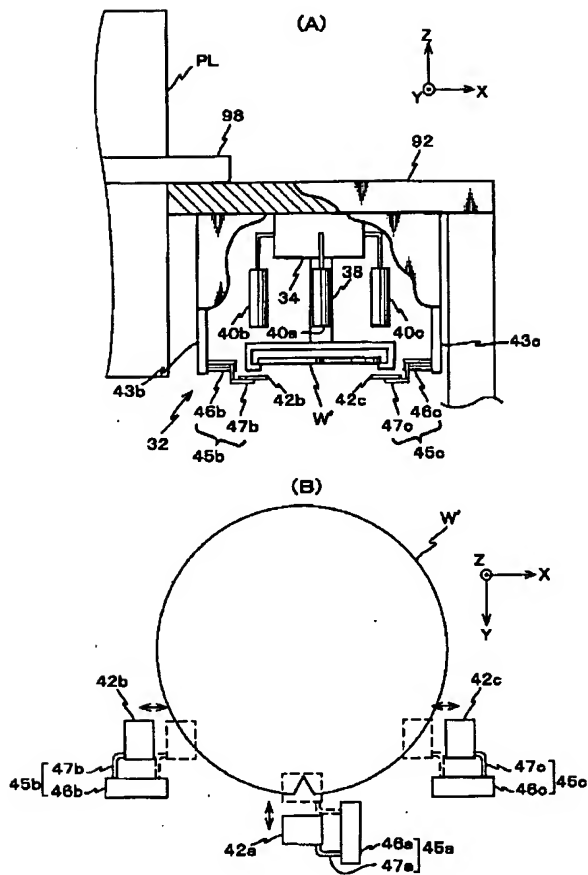
【図17】デバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図18】図17のウエハ処理ステップにおける処理のフローチャートである。

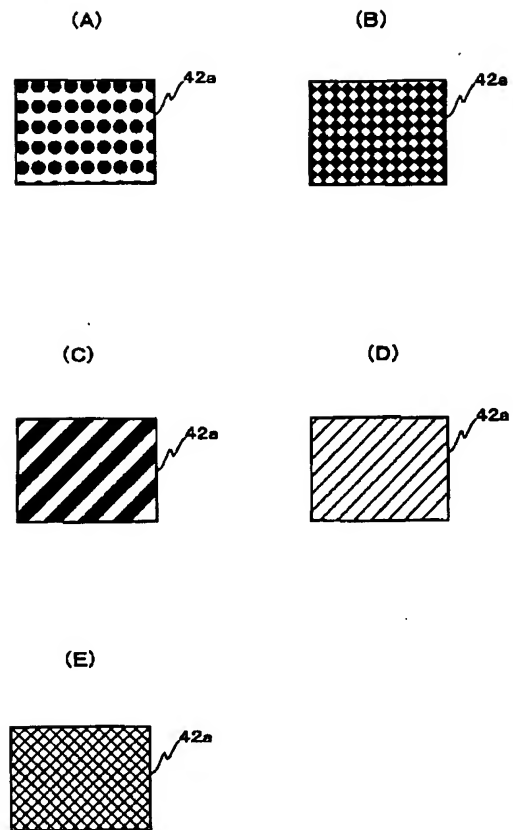
【符号の説明】

36…搬入アーム（支持部材）、42a、42b、42c…背景板（背景部材）、45a、45b、45c…リニアモータ（背景部材駆動装置）、51…光源（照射系の一部）、52…コリメータレンズ（照射系の一部）、53…拡散板（拡散部材）、54…ハーフミラー（照射系の一部）、56…結像光学系（処理装置の一部）、57…CCD撮像素子（撮像装置、処理装置の一部）、63…画像処理装置、W…ウエハ（基板、物体）、WST…ウエハステージ（ステージ装置）

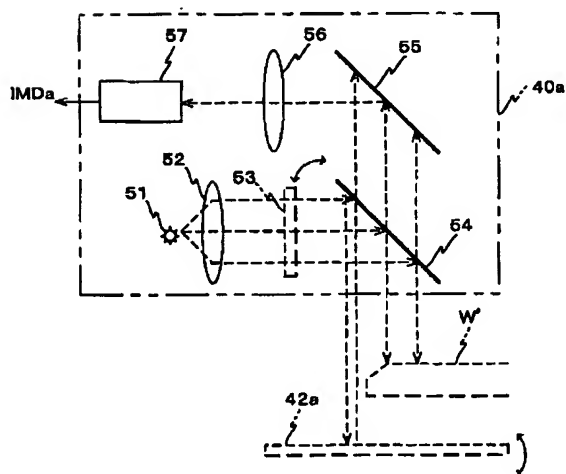
【図 3】



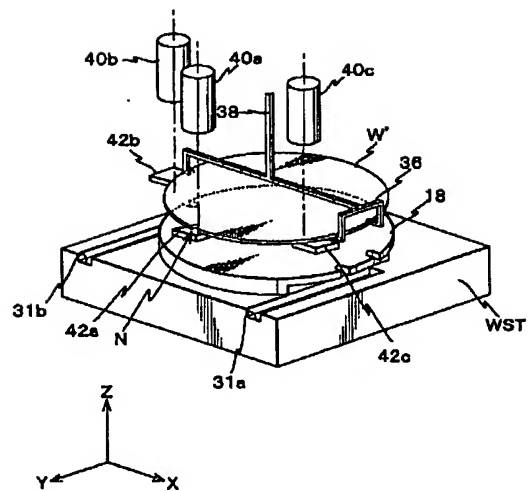
【図 4】



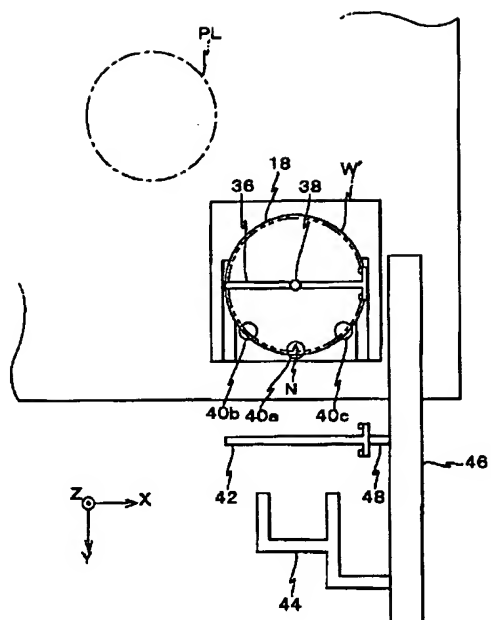
【図 5】



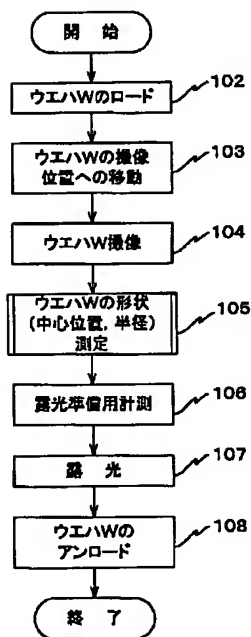
【図 6】



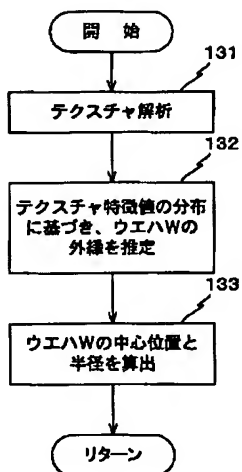
【図 7】



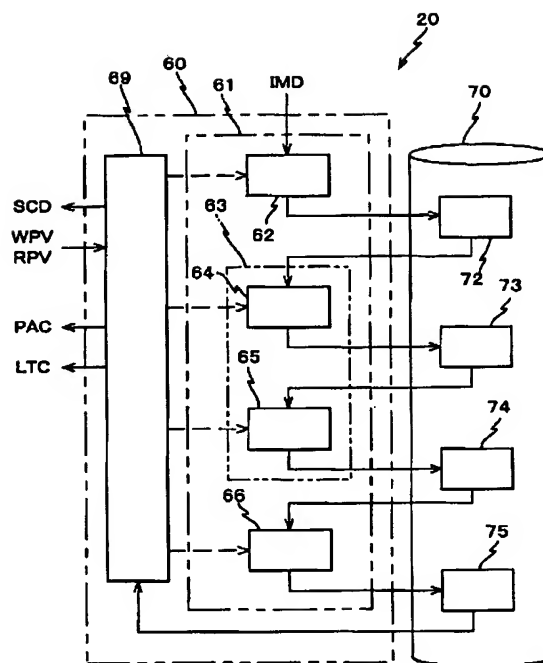
【図 9】



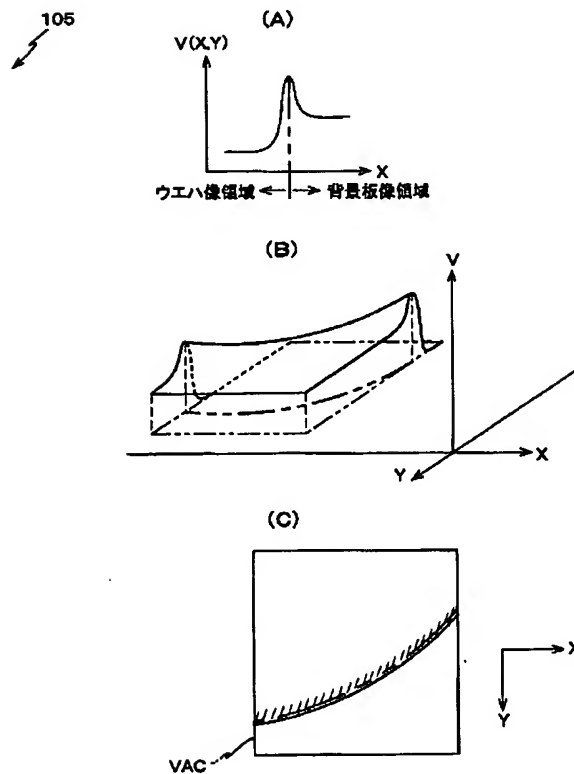
【図 11】



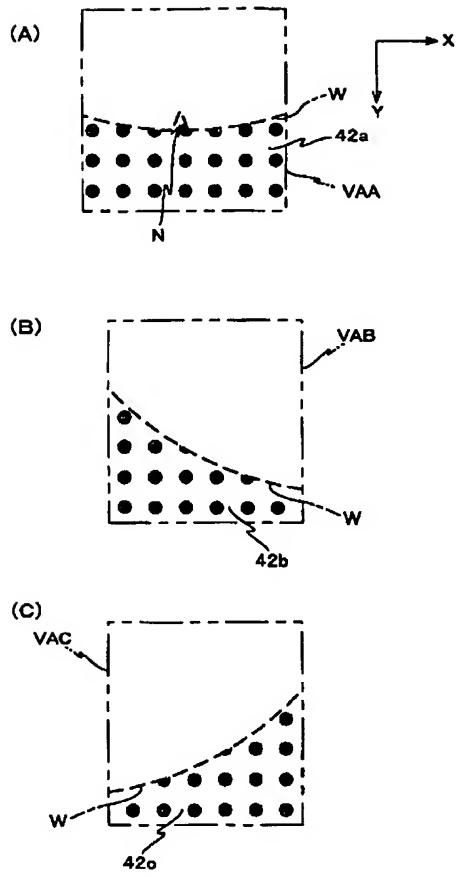
【図 8】



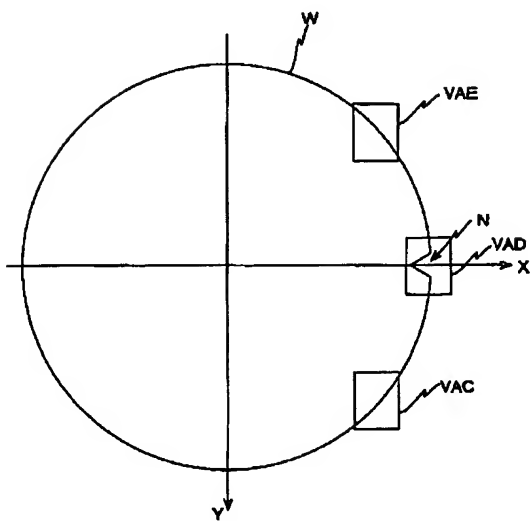
【図 12】



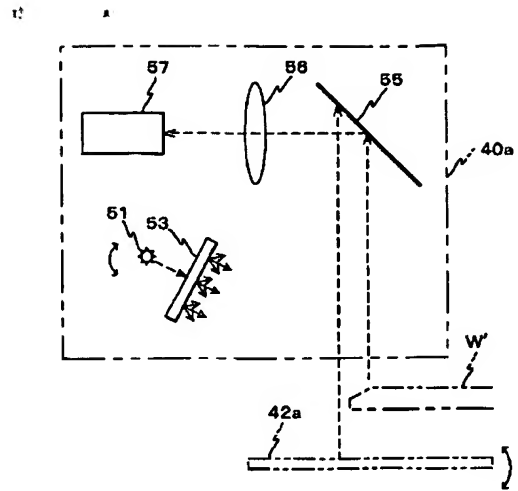
【図10】



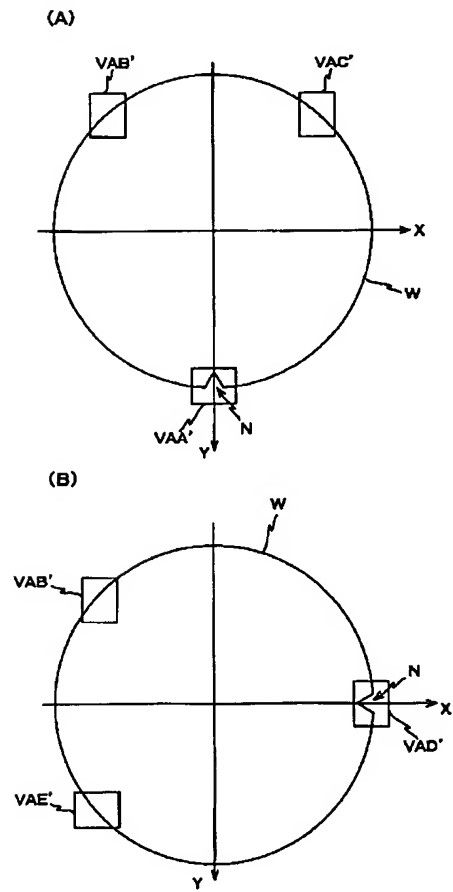
【図14】



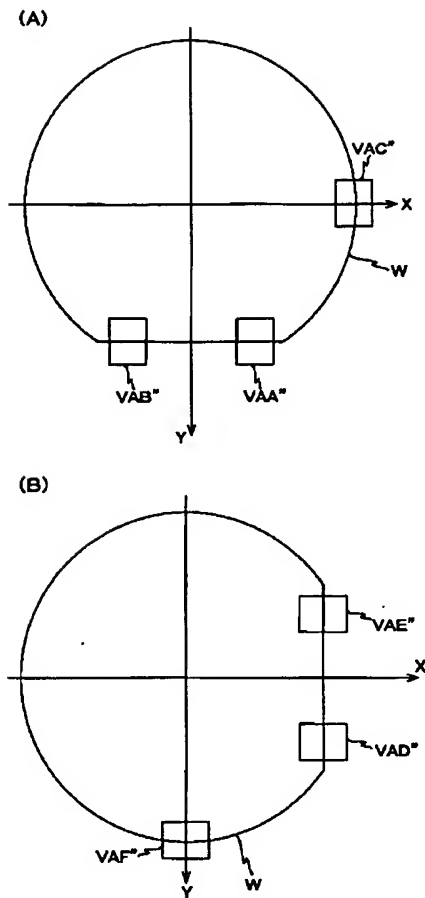
【図13】



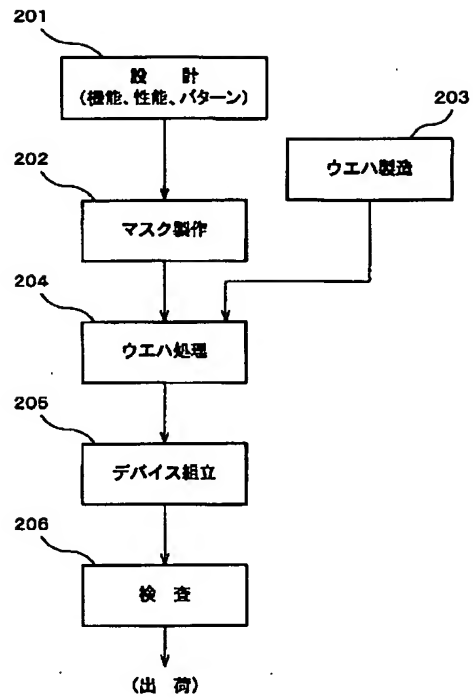
【図15】



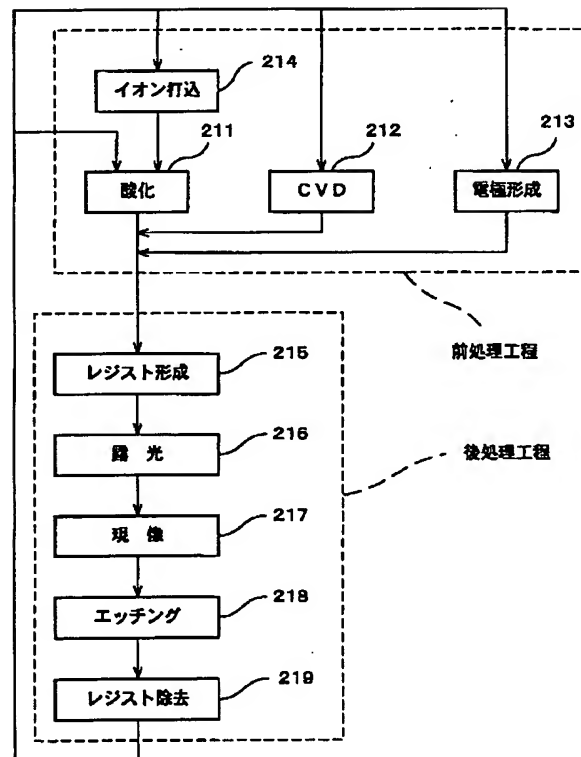
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I
H O 1 L 21/30

ターマコード' (参考)

5 0 2 M
5 2 0 A

(72) 発明者 高橋 顕
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内

Fターム(参考) 2F065 AA12 AA17 AA26 AA37 AA39
AA51 BB02 BB03 BB27 CC19
FF42 HH03 HH13 JJ03 JJ05
JJ09 JJ26 LL00 LL04 LL10
LL12 LL21 LL49 LL59 NN20
PP12 PP13 QQ21 QQ23 QQ24
QQ29 QQ36 QQ41 QQ42 TT01
2H051 AA10 BB17 BB25 CB05 CC07
5F031 CA02 CA07 FA01 FA07 FA12
FA14 GA02 GA30 GA47 GA48
GA49 HA13 HA53 JA02 JA04
JA06 JA14 JA15 JA17 JA22
JA28 JA29 JA30 JA32 JA34
JA35 JA36 JA38 KA06 KA07
KA08 KA10 KA13 KA14 LA04
LA08 MA27
5F046 DB05 DB10 EB01 EB10 FA10
FA20 FC08